

Rec'd JPTO

06 JUN 2005

10/537748

PCT/JP2004/014981

08.11.2004

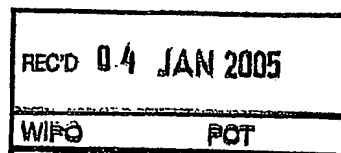
日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年10月10日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-352619
[ST. 10/C]: [JP2003-352619]



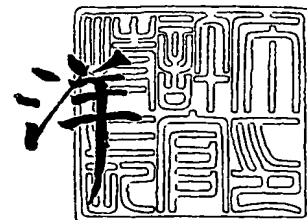
出 願 人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年12月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特2004-3115110

【書類名】 特許願
【整理番号】 1034406
【提出日】 平成15年10月10日
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 F01N 3/08
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 【氏名】 吉田 耕平
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 【氏名】 広田 信也
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 【氏名】 浅沼 孝充
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 【氏名】 仲野 泰彰
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 【氏名】 利岡 俊祐
【特許出願人】
 【識別番号】 000003207
 【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100099759
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 青木 篤
 【電話番号】 03-5470-1900
【選任した代理人】
 【識別番号】 100092624
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 鶴田 準一
【選任した代理人】
 【識別番号】 100102819
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 島田 哲郎
【選任した代理人】
 【識別番号】 100123582
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 三橋 真二
【選任した代理人】
 【識別番号】 100082898
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 西山 雅也
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 008268
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0306635

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

貴金属触媒と NO_x 吸収剤とからなり、流入する排気ガスの空燃比がリーンである場合において、活性化されていない時には排気ガス中に含まれる二酸化窒素 NO_2 を NO_x 吸収剤に低温吸蔵し、活性化されると低温吸蔵した二酸化窒素 NO_2 を NO_x 吸収剤に高温吸蔵する NO_x 吸蔵触媒を機関排気通路内に配置した内燃機関の排気浄化装置であって、

上記 NO_x 吸蔵触媒が活性化されていない状態で排気ガス中に含まれる二酸化窒素 NO_2 を NO_x 吸収剤に低温吸蔵させ、予め定めた NO_x 吸蔵触媒再生条件が成立した時に、少なくとも上記 NO_x 吸蔵触媒を予め定めた温度に昇温して活性化させることを含む NO_x 吸蔵触媒再生制御を実施して、上記 NO_x 吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記 NO_x 吸収剤の低温吸蔵能力を再生するようにした内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 2】

上記 NO_x 吸蔵触媒再生条件は、上記 NO_x 吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記 NO_x 吸収剤の低温吸蔵能力が飽和する前に成立するように設定されている請求項 1 に記載の排気浄化装置。

【請求項 3】

上記 NO_x 吸蔵触媒再生条件は、上記 NO_x 吸蔵触媒再生制御において上記 NO_x 吸蔵触媒を昇温して活性化させる際に低温吸蔵されている二酸化窒素 NO_2 が上記 NO_x 吸収剤から所定量以上放出されないように設定される、請求項 1 または 2 に記載の排気浄化装置。

【請求項 4】

上記 NO_x 吸収剤に低温吸蔵されている二酸化窒素 NO_2 の量を推定する NO_2 吸蔵量推定手段と、上記 NO_x 吸蔵触媒が上記予め定めた温度である時に上記 NO_x 吸収剤に吸蔵可能な窒素酸化物 NO_x の量を推定する NO_x 吸蔵可能量推定手段とを有して、

上記 NO_2 吸蔵量推定手段によって推定された NO_2 吸蔵量が、上記 NO_x 吸蔵可能量推定手段によって推定された NO_x 吸蔵可能量に基づいて該 NO_x 吸蔵可能量以下に設定された所定量以上になった時に、上記 NO_x 吸蔵触媒再生条件が成立したものとされる、請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の排気浄化装置。

【請求項 5】

上記 NO_x 吸蔵触媒が該 NO_x 吸蔵触媒が活性化されている時には NO_x 吸蔵触媒に流入する排気ガスの空燃比がリーンの時に排気ガス中に含まれる窒素酸化物 NO_x を NO_x 吸収剤に高温吸蔵する機能を有する NO_x 吸蔵触媒であると共に、

上記 NO_x 吸蔵触媒を上記予め定めた温度とした場合の上記 NO_x 吸収剤からの窒素酸化物 NO_x の放出速度を推定する NO_x 放出速度推定手段と、上記 NO_x 吸蔵触媒を上記予め定めた温度とした場合の上記 NO_x 吸収剤への窒素酸化物 NO_x の吸蔵速度を推定する NO_x 吸蔵速度推定手段とを有して、上記 NO_x 放出速度推定手段によって推定された NO_x 放出速度が、上記 NO_x 吸蔵速度推定手段によって推定された NO_x 吸蔵速度に基づいて該 NO_x 吸蔵速度以下に設定された所定速度以上になった時に、上記 NO_x 吸蔵触媒再生条件が成立したものとされる、請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の排気浄化装置。

【請求項 6】

上記 NO_x 吸蔵触媒が該 NO_x 吸蔵触媒が活性化されている時には NO_x 吸蔵触媒に流入する排気ガスの空燃比がリーンの時に排気ガス中に含まれる窒素酸化物 NO_x を NO_x 吸収剤に高温吸蔵する機能を有する NO_x 吸蔵触媒であると共に、

上記 NO_x 吸蔵触媒を上記予め定めた温度とした場合の上記 NO_x 吸収剤からの窒素酸化物 NO_x の放出速度を推定する NO_x 放出速度推定手段と、内燃機関からの窒素酸化物 NO_x の排出速度を推定する NO_x 排出速度推定手段と、上記 NO_x 吸蔵触媒を上記予め定めた温度とした場合の上記 NO_x 吸収剤への窒素酸化物 NO_x の吸蔵速度を推定する NO_x 吸蔵速度推定手段とを有して、上記 NO_x 放出速度推定手段によって推定された NO_x 放出速度と上記 NO_x 排出速度推定手段によって推定された NO_x 排出速度との和

が、上記NO_x吸蔵速度推定手段によって推定されたNO_x吸蔵速度に基づいて該NO_x吸蔵速度以下に設定された所定速度以上になった時に、上記NO_x吸蔵触媒再生条件が成立したものとされる、請求項1から3の何れか一項に記載の排気浄化装置。

【請求項7】

上記NO_x吸蔵触媒は、該NO_x吸蔵触媒が活性化されている時にNO_x吸蔵触媒に流入する排気ガスの空燃比を小さくし、且つ還元剤の存在する状態にするとNO_x吸収剤に高温吸蔵していた窒素酸化物NO_xを放出して還元浄化する機能を有していて、

上記NO_x吸蔵触媒再生制御には更に、NO_x吸蔵触媒に流入する排気ガスの空燃比を小さくし、且つ還元剤の存在する状態にすることが含まれる、請求項1から6の何れか一項に記載の排気浄化装置。

【請求項8】

上記NO_x吸蔵触媒が活性化していない時にはリーン空燃比のもとで燃焼を行った時に発生する一酸化窒素NOに対する二酸化窒素NO₂の割合を同一の機関運転状態におけるNO_x吸蔵触媒活性時に比べて増大させるNO₂割合増大手段を更に有している請求項1から7の何れか一項に記載の排気浄化装置。

【請求項9】

貴金属触媒とNO_x吸収剤とからなり、流入する排気ガスの空燃比がリーンである場合において、活性化されていない時には排気ガス中に含まれる二酸化窒素NO₂をNO_x吸収剤に低温吸蔵し、活性化されると低温吸蔵した二酸化窒素NO₂をNO_x吸収剤に高温吸蔵するNO_x吸蔵触媒を機関排気通路内に配置し、

上記NO_x吸蔵触媒が活性化されていない状態で排気ガス中に含まれる二酸化窒素NO₂をNO_x吸収剤に低温吸蔵させ、上記NO_x吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記NO_x吸収剤の低温吸蔵能力が飽和する前に、上記NO_x吸蔵触媒を予め定めた温度に昇温して活性化させ、上記NO_x吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記NO_x吸収剤の低温吸蔵能力を再生するようにする内燃機関の排気浄化方法。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置及び排気浄化方法

【技術分野】

【0001】

本発明は内燃機関の排気浄化装置及び排気浄化方法に関する。

【背景技術】

【0002】

リーン空燃比のもとで燃焼が行われている時に排気ガス中に含まれる NO_x を浄化するための触媒として、アルミナからなる担体の表面上にアルカリ金属或いはアルカリ土類からなる NO_x 吸収剤の層を形成し、更に白金のような貴金属触媒を担体表面上に担持した触媒が公知である（例えば特許文献1参照）。この触媒では触媒が活性化すると排気ガスの空燃比がリーンの時には排気ガス中に含まれる NO_x が NO_x 吸収剤内に吸蔵され、排気ガスの空燃比がリッチにされると NO_x 吸収剤に吸蔵されていた NO_x が放出され、還元される。

【0003】

ところでこのような NO_x の吸放出作用は触媒が活性化しないと行われないと考えられており、したがってこの特許文献1に記載された内燃機関では触媒が活性化していない時には電気ヒータにより触媒を加熱するようにしている。

【0004】

【特許文献1】 特開平6-108826

【特許文献2】 特開平7-139340

【特許文献3】 特開2002-276343

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながらこのように NO_x の吸放出作用を行うようにした触媒について本発明者が研究を重ねた結果、排気ガス中に含まれる一酸化窒素 NO は触媒が活性化しないと NO_x 吸収剤に吸蔵されないが排気ガス中に含まれる二酸化窒素 NO_2 は触媒が活性化しなくても、触媒活性時に一酸化窒素 NO が吸蔵されるのとは異なるメカニズムで NO_x 吸収剤に吸蔵（低温吸蔵）されることが判明したのである。

【0006】

本発明は、このように本発明者により見い出された事実を利用して排気ガスを浄化するようにした排気浄化装置及び排気浄化方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1に記載の発明は、貴金属触媒と NO_x 吸収剤とからなり、流入する排気ガスの空燃比がリーンである場合において、活性化されていない時には排気ガス中に含まれる二酸化窒素 NO_2 を NO_x 吸収剤に低温吸蔵し、活性化されると低温吸蔵した二酸化窒素 NO_2 を NO_x 吸収剤に高温吸蔵する NO_x 吸蔵触媒を機関排気通路内に配置した内燃機関の排気浄化装置であって、上記 NO_x 吸蔵触媒が活性化されていない状態で排気ガス中に含まれる二酸化窒素 NO_2 を NO_x 吸収剤に低温吸蔵させ、予め定めた NO_x 吸蔵触媒再生条件が成立した時に、少なくとも上記 NO_x 吸蔵触媒を予め定めた温度に昇温して活性化させることを含む NO_x 吸蔵触媒再生制御を実施して、上記 NO_x 吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記 NO_x 吸収剤の低温吸蔵能力を再生するようにした内燃機関の排気浄化装置を提供する。

【0008】

請求項1に記載の発明によれば、 NO_x 吸蔵触媒が活性化されていない状態においても排気ガス中の NO_2 を除去することができる。また、上記 NO_x 吸蔵触媒においては、同 NO_x 吸蔵触媒が昇温されて活性化されると、活性化されていない時に低温吸蔵した二酸化窒素 NO_2 が一酸化炭素 NO の形で放出され、活性化された貴金属触媒により二酸化窒

素 NO_2 に酸化せしめられ、最終的に硝酸イオン NO_3^- の形で NO_x 吸収剤に高温吸蔵される。このため、上記 NO_x 吸蔵触媒を昇温して活性化させることで上記 NO_x 吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記 NO_x 吸収剤の低温吸蔵能力を回復させることができる。したがって、請求項1に記載の発明によれば、上記 NO_x 吸蔵触媒再生条件を適切に設定することで、上記 NO_x 吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記 NO_x 吸収剤の低温吸蔵能力の維持を図ることができる。

なお、本明細書において特に区別する必要がある場合には、硝酸イオン NO_3^- での吸蔵を高温吸蔵と称し、亜硝酸 NO_2^- での吸蔵を低温吸蔵と称す。

【0009】

請求項2に記載の発明では請求項1に記載の発明において、上記 NO_x 吸蔵触媒再生条件は、上記 NO_x 吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記 NO_x 吸収剤の低温吸蔵能力が飽和する前に成立するように設定されている。

請求項2に記載の発明によれば、上記 NO_x 吸蔵触媒再生制御の実施前に上記 NO_x 吸収剤の低温吸蔵能力が飽和することによって、吸蔵し切れなかった二酸化窒素 NO_2 が大気へ放出されてしまうのを防ぐことができる。

【0010】

請求項3に記載の発明では請求項1または2に記載の発明において、上記 NO_x 吸蔵触媒再生条件は、上記 NO_x 吸蔵触媒再生制御において上記 NO_x 吸蔵触媒を昇温して活性化させる際に低温吸蔵されている二酸化窒素 NO_2 が上記 NO_x 吸収剤から所定量以上放出されないように設定される。

【0011】

上述したように上記 NO_x 吸蔵触媒は、上記 NO_x 吸蔵触媒再生制御において昇温し、活性化させると、活性化されていない時に低温吸蔵した二酸化窒素 NO_2 を、最終的には硝酸イオン NO_3^- の形で NO_x 吸収剤に高温吸蔵する。しかしながら、例えば活性化されていない時に低温吸蔵した二酸化窒素 NO_2 の量が、上記 NO_x 吸蔵触媒を予め定めた温度に昇温して活性化させた場合において NO_x 吸収剤に高温吸蔵可能な NO_x 量よりも多く、更に NO_x 吸収剤に吸蔵可能な NO_x 量よりも多い場合には、上記 NO_x 吸蔵触媒再生制御を実施した際に低温吸蔵されていた二酸化窒素 NO_2 の一部が意図せずに NO_x の形で放出されてしまう恐れがある。

【0012】

請求項3に記載の発明によれば、上記のような点が考慮されて上記 NO_x 吸蔵触媒再生条件が設定されるので、上記 NO_x 吸蔵触媒再生制御において、上記 NO_x 吸蔵触媒を昇温して活性化させた際に、意図せずに低温吸蔵されている二酸化窒素 NO_2 が多量に放出されてしまうのを抑制することができる。

【0013】

なお、ここで、低温吸蔵されている二酸化窒素 NO_2 が上記 NO_x 吸収剤から所定量以上放出されないとは、低温吸蔵されている二酸化窒素 NO_2 が窒素酸化物 NO_x として実際に所定量以上放出されない場合または所定の放出速度以上で放出されない場合の他、低温吸蔵されている二酸化窒素 NO_2 が上記 NO_x 吸収剤から放出される時の窒素酸化物 NO_x の放出速度と、上記 NO_x 吸収剤への窒素酸化物 NO_x の吸蔵速度とから計算される実質的な上記二酸化窒素 NO_2 の単位時間当たりの放出量が所定量以下である場合も含む。

【0014】

請求項4に記載の発明では請求項1から3の何れか一項に記載の発明において、上記 NO_x 吸収剤に低温吸蔵されている二酸化窒素 NO_2 の量を推定する NO_2 吸蔵量推定手段と、上記 NO_x 吸蔵触媒が上記予め定めた温度である時に上記 NO_x 吸収剤に吸蔵可能な窒素酸化物 NO_x の量を推定する NO_x 吸蔵可能量推定手段とを有して、上記 NO_2 吸蔵量推定手段によって推定された NO_2 吸蔵量が、上記 NO_x 吸蔵可能量推定手段によって推定された NO_x 吸蔵可能量に基づいて該 NO_x 吸蔵可能量以下に設定された所定量以上になった時に、上記 NO_x 吸蔵触媒再生条件が成立したものとされる。

【0015】

上述したように、例えば上記 NO_x 吸収剤に低温吸蔵されている二酸化窒素 NO_2 の量が、上記 NO_x 吸蔵触媒の温度が上記予め定めた温度である時に上記 NO_x 吸収剤に吸蔵可能な窒素酸化物 NO_x の量よりも多い場合には、上記 NO_x 吸蔵触媒再生制御において上記 NO_x 吸蔵触媒を昇温して活性化させた際に、低温吸蔵されている二酸化窒素 NO_2 の一部が NO_x 吸収剤に吸蔵し切れずに NO_x として放出されてしまう可能性がある。

【0016】

これに対し、請求項4に記載の発明では、上記 NO_2 吸蔵量推定手段によって推定された NO_2 吸蔵量が、上記 NO_x 吸蔵可能量推定手段によって推定された NO_x 吸蔵可能量に基づいて該 NO_x 吸蔵可能量以下に設定された所定量以上になった時に、上記 NO_x 吸蔵触媒再生条件が成立したものとされ、上記 NO_x 吸蔵触媒再生制御が実施されるので、上記 NO_x 吸蔵触媒再生制御において上記 NO_x 吸蔵触媒を昇温して活性化させる際に低温吸蔵されている二酸化窒素 NO_2 が放出されるのを抑制することができる。

【0017】

請求項5に記載の発明では請求項1から3の何れか一項に記載の発明において、上記 NO_x 吸蔵触媒が該 NO_x 吸蔵触媒が活性化されている時には NO_x 吸蔵触媒に流入する排気ガスの空燃比がリーンの時に排気ガス中に含まれる窒素酸化物 NO_x を NO_x 吸収剤に高温吸蔵する機能を有する NO_x 吸蔵触媒であると共に、上記 NO_x 吸蔵触媒を上記予め定めた温度とした場合の上記 NO_x 吸収剤からの窒素酸化物 NO_x の放出速度を推定する NO_x 放出速度推定手段と、上記 NO_x 吸蔵触媒を上記予め定めた温度とした場合の上記 NO_x 吸収剤への窒素酸化物 NO_x の吸蔵速度を推定する NO_x 吸蔵速度推定手段とを有して、上記 NO_x 放出速度推定手段によって推定された NO_x 放出速度が、上記 NO_x 吸蔵速度推定手段によって推定された NO_x 吸蔵速度に基づいて該 NO_x 吸蔵速度以下に設定された所定速度以上になった時に、上記 NO_x 吸蔵触媒再生条件が成立したものとされる。

【0018】

上記 NO_x 吸蔵触媒の温度を上記予め定めた温度とした場合に低温吸蔵していた NO_2 が上記 NO_x 吸収剤から放出される時の窒素酸化物 NO_x の放出速度が、上記 NO_x 吸蔵触媒の温度を上記予め定めた温度とした場合の上記 NO_x 吸収剤への窒素酸化物 NO_x の吸蔵速度以下であれば、上記 NO_x 吸蔵触媒再生制御において上記 NO_x 吸蔵触媒を上記予め定めた温度に昇温して活性化させる際に、低温吸蔵されていた二酸化窒素 NO_2 の放出は実質的には生じないと考えられる。

【0019】

請求項5に記載の発明は、このような考えにしたがってなされたものであり、上記 NO_x 放出速度推定手段によって推定された NO_x 放出速度が、上記 NO_x 吸蔵速度推定手段によって推定された NO_x 吸蔵速度に基づいて該 NO_x 吸蔵速度以下に設定された所定速度以上となった時に、上記 NO_x 吸蔵触媒再生条件が成立したものとされ、上記 NO_x 吸蔵触媒再生制御が実施される。これにより、上記 NO_x 吸蔵触媒再生制御において上記 NO_x 吸蔵触媒を昇温して活性化させる際に低温吸蔵されている二酸化窒素 NO_2 が NO_x 吸収剤から放出されるのを実質的に抑制することができ、その結果吸蔵されている二酸化窒素 NO_2 が NO_x として大気へ放出されてしまうのを抑制することができる。

【0020】

請求項6に記載の発明では請求項1から3の何れか一項に記載の発明において、上記 NO_x 吸蔵触媒が該 NO_x 吸蔵触媒が活性化されている時には NO_x 吸蔵触媒に流入する排気ガスの空燃比がリーンの時に排気ガス中に含まれる窒素酸化物 NO_x を NO_x 吸収剤に高温吸蔵する機能を有する NO_x 吸蔵触媒であると共に、上記 NO_x 吸蔵触媒を上記予め定めた温度とした場合の上記 NO_x 吸収剤からの窒素酸化物 NO_x の放出速度を推定する NO_x 放出速度推定手段と、内燃機関からの窒素酸化物 NO_x の排出速度を推定する NO_x 排出速度推定手段と、上記 NO_x 吸蔵触媒を上記予め定めた温度とした場合の上記 NO_x 吸収剤への窒素酸化物 NO_x の吸蔵速度を推定する NO_x 吸蔵速度推定手段とを有して

いて、上記 NO_x 放出速度推定手段によって推定された NO_x 放出速度と上記 NO_x 排出速度推定手段によって推定された NO_x 排出速度との和が、上記 NO_x 吸蔵速度推定手段によって推定された NO_x 吸蔵速度に基づいて該 NO_x 吸蔵速度以下に設定された所定速度以上になった時に、上記 NO_x 吸蔵触媒再生条件が成立したものとされる。

【0021】

例えば、上記 NO_x 吸蔵触媒の温度を上記予め定めた温度とした場合に低温吸蔵していた二酸化窒素 NO_2 が上記 NO_x 吸収剤から放出される時の窒素酸化物 NO_x の放出速度が、上記 NO_x 吸蔵触媒の温度を上記予め定めた温度とした場合の上記 NO_x 吸収剤への窒素酸化物 NO_x の吸蔵速度と同じであれば、上記 NO_x 吸蔵触媒再生制御において上記 NO_x 吸蔵触媒を上記予め定めた温度に昇温して活性化させる際に、低温吸蔵されていた二酸化窒素 NO_2 の放出は実質的には生じないと考えられる。しかしながら、この場合には、上記 NO_x 吸蔵触媒再生制御中に内燃機関から排出される窒素酸化物 NO_x はそのまま大気へ放出されてしまうことになる。

【0022】

これに対し、請求項6に記載の発明によれば、上記 NO_x 放出速度推定手段によって推定された NO_x 放出速度と上記 NO_x 排出速度推定手段によって推定された NO_x 排出速度との和が、上記 NO_x 吸蔵速度推定手段によって推定された NO_x 吸蔵速度に基づいて該 NO_x 吸蔵速度以下に設定された所定速度以上になった時に、上記 NO_x 吸蔵触媒再生条件が成立したものとされ、上記 NO_x 吸蔵触媒再生制御が実施されるので、上記 NO_x 吸蔵触媒再生制御の際に内燃機関から排出される窒素酸化物 NO_x が大気へ放出されるのも抑制することができる。

【0023】

請求項7に記載の発明では請求項1から6の何れか一項に記載の発明において、上記 NO_x 吸蔵触媒は、該 NO_x 吸蔵触媒が活性化されている時に NO_x 吸蔵触媒に流入する排気ガスの空燃比を小さくし、且つ還元剤の存在する状態にすると NO_x 吸収剤に高温吸蔵していた窒素酸化物 NO_x を放出して還元浄化する機能を有していて、上記 NO_x 吸蔵触媒再生制御には更に、 NO_x 吸蔵触媒に流入する排気ガスの空燃比を小さくし、且つ還元剤の存在する状態にすることが含まれる。

請求項7に記載の発明によれば、上記 NO_x 吸蔵触媒再生制御を行うことによって、上記 NO_x 吸収剤に高温吸蔵させた窒素酸化物 NO_x を放出させ還元浄化することができる。

【0024】

請求項8に記載の発明では請求項1から7の何れか一項に記載の発明において、上記 NO_x 吸蔵触媒が活性化していない時にはリーン空燃比のもとで燃焼を行った時に発生する一酸化窒素 NO に対する二酸化窒素 NO_2 の割合を同一の機関運転状態における NO_x 吸蔵触媒活性時に比べて増大させる NO_2 割合増大手段を更に有している。

【0025】

上記 NO_x 吸蔵触媒は、活性化されていない時でも二酸化窒素 NO_2 であれば流入する排気ガスの空燃比がリーンである時に NO_x 吸収剤に低温吸蔵することができる。したがって、請求項8に記載の発明によれば、上記 NO_x 吸蔵触媒が活性化されていない時の NO_x 浄化率を向上することができる。

【0026】

請求項9に記載の発明は、貴金属触媒と NO_x 吸収剤とからなり、流入する排気ガスの空燃比がリーンである場合において、活性化されていない時には排気ガス中に含まれる二酸化窒素 NO_2 を NO_x 吸収剤に低温吸蔵し、活性化されると低温吸蔵した二酸化窒素 NO_2 を NO_x 吸収剤に高温吸蔵する NO_x 吸蔵触媒を機関排気通路内に配置し、上記 NO_x 吸蔵触媒が活性化されていない状態で排気ガス中に含まれる二酸化窒素 NO_2 を NO_x 吸収剤に低温吸蔵させ、上記 NO_x 吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記 NO_x 吸収剤の低温吸蔵能力が飽和する前に、上記 NO_x 吸蔵触媒を予め定めた温度に昇温して活性化させ、上記 NO_x 吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記 NO_x 吸収剤

の低温吸蔵能力を再生するようにする内燃機関の排気浄化方法が提供される。

【0027】

請求項9に記載の発明によれば、 NO_x 吸蔵触媒が活性化されていない状態においても排気ガス中の NO_2 を除去することができる。また、上記 NO_x 吸蔵触媒においては、同 NO_x 吸蔵触媒が昇温されて活性化されると、活性化されていない時に低温吸蔵した二酸化窒素 NO_2 が、最終的に硝酸イオン NO_3^- の形で NO_x 吸収剤に高温吸蔵されるので、上記 NO_x 吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記 NO_x 吸収剤の低温吸蔵能力を回復させることができる。したがって、請求項9に記載の発明によれば、上記 NO_x 吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記 NO_x 吸収剤の低温吸蔵能力の維持を図ることができる。

【発明の効果】

【0028】

各請求項に記載の発明は、 NO_x 吸蔵触媒が活性化されていない状態においても排気ガス中の NO_2 を除去することができるという共通の効果を奏する。また、 NO_x 吸蔵触媒が活性化されていない状態における低温吸蔵能力の維持を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

図1は本発明を圧縮着火式内燃機関に適用した場合を示している。なお、本発明は火花点火式内燃機関に適用することもできる。

【0030】

図1を参照すると、1は機関本体、2は各気筒の燃焼室、3は各燃焼室2内にそれぞれ燃料を噴射するための電子制御式燃料噴射弁、4は吸気マニホールド、5は排気マニホールドをそれぞれ示す。吸気マニホールド4は吸気ダクト6を介して排気ターボチャージャ7のコンプレッサ7aの出口に連結され、コンプレッサ7aの入口はエアクリーナ8に連結される。吸気ダクト6内にはステップモータにより駆動されるスロットル弁9が配置され、更に吸気ダクト6周りには吸気ダクト6内を流れる吸入空気を冷却するための冷却装置（インタークーラ）10が配置される。図1に示される実施形態では機関冷却水がインタークーラ10内に導かれ、機関冷却水によって吸入空気が冷却される。一方、排気マニホールド5は排気ターボチャージャ7の排気タービン7bの入口に連結され、排気タービン7bの出口は NO_x 吸蔵触媒11を内蔵したケーシング12に連結される。排気マニホールド5の集合部出口には排気マニホールド5内を流れる排気ガス中に例えば炭化水素からなる還元剤を供給するための還元剤供給弁13が配置される。

【0031】

排気マニホールド5と吸気マニホールド4とは排気ガス再循環（以下、EGRと称す）通路14を介して互いに連結され、EGR通路14内には電子制御式EGR制御弁15が配置される。また、EGR通路14周りにはEGR通路14内を流れるEGRガスを冷却するための冷却装置（EGRクーラ）16が配置される。図1に示される実施形態では機関冷却水がEGRクーラ16内に導かれ、機関冷却水によってEGRガスが冷却される。一方、各燃料噴射弁3は燃料供給管17を介して燃料リザーバ、いわゆるコモンレール18に連結される。このコモンレール18内へは電子制御式の吐出量可変な燃料ポンプ19から燃料が供給され、コモンレール18内に供給された燃料は各燃料供給管17を介して燃料噴射弁3に供給される。

【0032】

電子制御ユニット30はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス31によって互いに接続されたROM（リードオンリメモリ）32、RAM（ランダムアクセスメモリ）33、CPU（マイクロプロセッサ）34、入力ポート35及び出力ポート36を具備する。 NO_x 吸蔵触媒11には NO_x 吸蔵触媒11の温度を検出するための温度センサ20が取付けられ、この温度センサ20の出力信号は対応するAD変換器37を介して入力ポート35に入力される。また、アクセルペダル40にはアクセルペダル40の踏み込み量に比例した出力電圧を発生する負荷センサ41が接続され、負荷センサ41の出力電圧は

対応するAD変換器37を介して入力ポート35に入力される。更に入力ポート35にはクランクシャフトが例えば15°回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ42が接続される。一方、出力ポート36は対応する駆動回路38を介して燃料噴射弁3、スロットル弁9駆動用ステップモータ、還元剤供給弁13、EGR制御弁15、及び燃料ポンプ19に接続される。

【0033】

図1に示すNO_x吸蔵触媒11はモノリス触媒からなり、このNO_x吸蔵触媒11の基体上には例えばアルミナからなる触媒担体が担持されている。図2(A), (B)はこの触媒担体45の表面部分の断面を図解的に示している。図2(A), (B)に示されるように触媒担体45の表面上には貴金属触媒46が分散して担持されており、更に触媒担体45の表面上にはNO_x吸収剤47の層が形成されている。

【0034】

本発明の実施形態では、貴金属触媒46としては例えば白金Ptが用いられており、NO_x吸収剤47を構成する成分としては例えばカリウムK、ナトリウムNa、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つが用いられている。

【0035】

機関吸気通路、燃焼室2及びNO_x吸蔵触媒11上流の排気通路内に供給された空気及び燃料(炭化水素)の比を排気ガスの空燃比と称するとNO_x吸収剤47は、貴金属触媒46が活性化していれば、すなわちNO_x吸蔵触媒11が活性化していれば排気ガスの空燃比がリーンの時にはNO_xを高温吸蔵し、排気ガス中の酸素濃度が低下すると高温吸蔵したNO_xを放出するNO_xの吸放出作用を行う。なお、NO_x吸蔵触媒11上流の排気通路内に燃料(炭化水素)或いは空気が供給されない場合には排気ガスの空燃比は燃焼室2内における混合気空燃比に一致し、したがってこの場合にはNO_x吸収剤47は燃焼室2内における混合気空燃比がリーンの時にはNO_xを高温吸蔵し、燃焼室2内における混合気中の酸素濃度が低下すると高温吸蔵したNO_xを放出することになる。

【0036】

すなわち、NO_x吸収剤47を構成する成分としてバリウムBaを用いた場合を例にとり説明すると、排気ガスの空燃比がリーンの時、すなわち排気ガス中の酸素濃度が高い時には貴金属触媒46が活性化していれば排気ガス中に含まれるNOは図2(A)に示されるように白金Pt46上において酸化されてNO₂となり、次いでNO_x吸収剤47内に高温吸蔵されて酸化バリウムBaOと結合しながら硝酸イオンNO₃⁻の形でNO_x吸収剤47内に拡散する。このようにしてNO_xがNO_x吸収剤47内に高温吸蔵される。すなわち、このような硝酸イオンNO₃⁻の形で吸蔵を高温吸蔵と称する。排気ガス中の酸素濃度が高い限り白金Pt46の表面でNO₂が生成され、NO_x吸収剤47の高温吸蔵能力が飽和しない限りNO₂がNO_x吸収剤47内に高温吸蔵されて硝酸イオンNO₃⁻が生成される。

【0037】

これに対し、燃焼室2内における空燃比をリッチ或いは理論空燃比にすることによって、または還元剤供給弁13から還元剤を供給することによって排気ガスの空燃比をリッチ或いは理論空燃比にすると排気ガス中の酸素濃度が低下するために反応が逆方向に進み、斯くしてNO_x吸収剤47内の硝酸イオンNO₃⁻がNO₂またはNO等の形でNO_x吸収剤47から放出される。そしてこの場合、排気ガス中に還元剤(未燃HC, CO等)が存在する状態になっているため、放出されたNO_xは次いで排気ガス中に含まれる還元剤(未燃HC, CO等)によって還元される。

【0038】

さて、排気ガス中の窒素酸化物NO_xは一酸化窒素NOの形ではNO_x吸収剤47に高温吸蔵されず、二酸化窒素NO₂の形にならないとNO_x吸収剤47に高温吸蔵されない。すなわち、排気ガス中に含まれる一酸化窒素NOは二酸化窒素NO₂にならないと、すなわち酸化されないとNO_x吸収剤47に高温吸蔵されない。白金Pt46は本来的に

低温での活性を有しているが、 NO_x 吸収剤 47 の塩基性はかなり強く、そのために白金 Pt 46 の低温での活性、すなわち酸化性が弱められてしまう。その結果、 NO_x 吸蔵触媒 11 の温度 TC が低下すると、一酸化窒素 NO を二酸化窒素 NO_2 に酸化する作用が弱まってしまう。このため、一酸化窒素 NO を酸化するには貴金属触媒 46 の温度が高く活性化していること、すなわち NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化していることが必要であり、したがってこれまで NO_x を浄化するためには貴金属触媒 46 が活性化していること、すなわち NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化していることが必要であると考えられてきた。

【0039】

ところがこの NO_x 吸蔵触媒 11 について本発明者が研究を重ねた結果、排気ガス中に含まれる一酸化窒素 NO は白金 Pt 46 が活性化しないと、すなわち NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化しないと NO_x 吸収剤 47 に吸蔵されないが排気ガス中に含まれる二酸化窒素 NO_2 は NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化しなくても図 2 (B) に示されるように亜硝酸 NO_2^- の形で NO_x 吸収剤 47 に低温吸蔵されることが判明したのである。なお、本明細書ではこのような亜硝酸 NO_2^- の形での吸蔵を上述の高温吸蔵と区別して低温吸蔵と称する。また、高温吸蔵と低温吸蔵とを特に区別する必要の無い場合には単に吸蔵という。

【0040】

また、このように NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化しなくても NO_2 の低温吸蔵は可能であることから、本明細書において NO_x 吸蔵触媒 11 の活性化とは、例えば NO_x 吸蔵触媒 11 が、流入する排気ガスの空燃比がリーンであれば一酸化窒素 NO を二酸化窒素 NO_2 に酸化して NO_x 吸収剤 47 に高温吸蔵できる状態になることであり、また、流入する排気ガスの空燃比を小さくし（すなわち、リッチ或いは理論空燃比にし）、且つ還元剤の存在する状態にすれば NO_x 吸収剤 47 に吸蔵している NO_x を放出し還元することができると状態になることを意味すると言える。

【0041】

このように NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化していなくても二酸化窒素 NO_2 が低温吸蔵されるので、本発明の実施形態では、例えばリーン空燃比のもとで燃焼が行われている場合等、流入する排気ガスの空燃比がリーンである場合において、 NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化されていない状態で排気ガス中に含まれる二酸化窒素 NO_2 を NO_x 吸収剤に低温吸蔵させるようにしている。すなわち、図 1 に示されるような圧縮着火式内燃機関では、通常運転時の排気ガス空燃比はリーンである。また、本発明による実施形態では後述するような NO_x 吸蔵触媒 11 を昇温するための制御（昇温制御）を行わなければ、 NO_x 吸蔵触媒 11 は活性化されないようになっている。そのため、通常運転時において、 NO_x 吸蔵触媒 11 の NO_x 吸収剤 47 は排気ガス中に含まれる二酸化窒素 NO_2 を低温吸蔵する。

【0042】

ところが、このような排気ガス空燃比がリーンとなる運転が、 NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化されていない状態において継続して行われると、その間に NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化されていない状態における NO_x 吸収剤 47 の低温吸蔵能力（ NO_2 吸蔵能力）が飽和してしまい、斯くして NO_x 吸収剤 47 により NO_2 を低温吸蔵できなくなってしまう。そこで本発明による実施形態では NO_x 吸収剤 47 の上記低温吸蔵能力が飽和する前に NO_x 吸蔵触媒 11 を昇温して活性化させ、 NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化されていない状態における NO_x 吸収剤 47 の低温吸蔵能力を再生するようにしている。

【0043】

すなわち、上述したように NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化していない時には図 2 (B) に示されるように排気ガス中に含まれる二酸化窒素 NO_2 は NO_x 吸収剤 47 に低温吸蔵される。そしてその状態で NO_x 吸蔵触媒 11 の温度 TC が上昇すると NO_x 吸収剤 47 に低温吸蔵されていた二酸化窒素 NO_2 が一酸化窒素 NO の形で放出され、活性化された貴金属触媒 46 により二酸化窒素 NO_2 に酸化せしめられ NO_x 吸収剤 47 に高温吸蔵される。斯くして NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化された時には低温吸蔵していた二酸化窒素 NO_2 は硝酸イオン NO_3^- の形で NO_x 吸収剤 47 内に高温吸蔵されることになる。そしてこのように活性化されていない時に低温吸蔵した二酸化窒素 NO_2 が、硝酸イオン NO_3^- の

形で NO_x 吸収剤に高温吸蔵されると、上記 NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化されていない状態における上記 NO_x 吸収剤 47 の低温吸蔵能力は回復、すなわち再生せしめられる。

【0044】

このような作用を利用して本発明の実施形態においては、例えば、活性化していない状態で二酸化窒素 NO_2 を NO_x 吸収剤 47 に低温吸蔵させる場合において、 NO_x 吸蔵触媒 11 を昇温して活性化させその後活性化していない状態に戻すことを繰り返すことによって、すなわち、 NO_x 吸蔵触媒 11 を定期的に昇温して活性化させることによって、上記 NO_x 吸収剤 47 の低温吸蔵能力を回復させ維持するようにすることができる。すなわち、この場合には NO_x 吸蔵触媒 11 を昇温して活性化させることが NO_x 吸蔵触媒を再生する制御（ NO_x 吸蔵触媒再生制御）を構成する。なお、このような場合における NO_x 吸蔵触媒 11 の具体的な温度 T_C は例えば、活性化していない状態で二酸化窒素 NO_2 を低温吸蔵する場合が $100 \sim 150^\circ\text{C}$ 、昇温して活性化させた場合が $300 \sim 400^\circ\text{C}$ である。後述するように NO_x 吸蔵触媒 11 はその温度上昇によって徐々に活性化され、それに伴って吸蔵作用全体に対する高温吸蔵の割合が増加する。したがって、上述したような場合に低温吸蔵した二酸化窒素 NO_2 を上記 NO_x 吸蔵触媒 11 を昇温して活性化させて高温吸蔵させる場合には、 NO_x 吸蔵触媒 11 を十分に昇温し活性化することが好ましい。そのためには、例えば、少なくとも高温吸蔵の割合が低温吸蔵の割合以上となるように NO_x 吸蔵触媒 11 を昇温し活性化することが好ましい。

【0045】

ところで、上述したように NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化していない時に NO_x 吸収剤 47 に低温吸蔵された二酸化窒素 NO_2 は、 NO_x 吸蔵触媒 11 を昇温して活性化させることにより最終的には硝酸イオン NO_3^- の形で NO_x 吸収剤 47 内に高温吸蔵させることができる。そしてこのような NO_x 吸収剤 47 内に高温吸蔵されている NO_x は、上述したように NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化されている状態において NO_x 吸蔵触媒 11 に流入する排気ガスの空燃比を小さくし（すなわち、リッチ或いは理論空燃比にし）、且つ還元剤の存在する状態にすると、放出され還元される。

【0046】

このようなことから、本発明の実施形態においては、 NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化していない時に排気ガス中の二酸化窒素 NO_2 を NO_x 吸収剤 47 に低温吸蔵させ、一定期間使用して NO_x 吸収剤 47 の上記低温吸蔵能力が飽和する前に NO_x 吸蔵触媒 11 を昇温して活性化させて低温吸蔵した二酸化窒素 NO_2 を NO_x 吸収剤 47 に高温吸蔵させ、更に流入する排気ガスの空燃比を小さくし且つ還元剤の存在する状態にして高温吸蔵した二酸化窒素 NO_2 を放出し還元するという方法により、排気ガス中の二酸化窒素 NO_2 を浄化することができる、窒素酸化物 NO_x の大気への放出を抑制することができる。

【0047】

一方、実際に上記のような方法を実施した場合には、 NO_x 吸蔵触媒 11 を昇温して活性化させる際に、低温吸蔵していた二酸化窒素 NO_2 が意図せずに NO_x 吸収剤 47 から放出されてしまうという現象（以下、「染み出し現象」と称す）が起こる場合がある。そして、この染み出し現象は NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化していない時に低温吸蔵した二酸化窒素 NO_2 の量が多い場合にのみ生じる。なお、この場合、低温吸蔵していた二酸化窒素 NO_2 は、 NO または NO_2 等（ NO_x ）の形で放出される。

【0048】

図 3 はこの現象について示す図であり、 NO_x 吸蔵触媒 11 を昇温した場合における NO_x 吸蔵触媒流出排気ガス中の NO_x 濃度 O_c の変化を示したものである。横軸が NO_x 吸蔵触媒 11 の温度 T_C 、縦軸が NO_x 吸蔵触媒 11 から流出する排気ガス中の NO_x 濃度をそれぞれ表している。図中、実線が NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化していない時に低温吸蔵した二酸化窒素 NO_2 の量が多い場合、点線が NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化していない時に低温吸蔵した二酸化窒素 NO_2 の量が少ない場合を示している。また、 NO_x 濃度 I_c は NO_x 吸蔵触媒 11 に流入する排気ガス中の NO_x 濃度を表している。

【0049】

図3に見られるように、低温吸蔵した二酸化窒素 NO_2 の量が多い場合には昇温の過程において NO_x 吸蔵触媒11に流入する排気ガス中の NO_x 濃度よりも流出する排気ガス中の NO_x 濃度の方が高くなる場合がある。すなわち、低温吸蔵した二酸化窒素 NO_2 の量が多い場合には昇温の過程において低温吸蔵していた二酸化窒素 NO_2 が放出されている。

【0050】

そしてこのような染み出し現象は、 NO_x 吸収剤47の NO_x 吸蔵可能量が、昇温後、すなわち NO_x 吸蔵触媒11が活性化している時よりも昇温前、すなわち NO_x 吸蔵触媒11が活性化していない時のの方が多いために起こると考えられる。すなわち、 NO_x 吸蔵触媒11の活性化前後にわたる NO_x 吸蔵可能量Ab(NO_x 吸蔵触媒11が活性化していない時の NO_x 吸収剤47の低温吸蔵可能量(NO_2 吸蔵可能量)も含む)と NO_x 吸蔵触媒11の温度TCとの関係は図4で示されるようになっていいると考えられる。図中、実線が NO_x 吸蔵可能量Abを表し、点線がそのうちの高温吸蔵可能量を表している。つまり、 NO_x 吸収剤47の NO_x 吸蔵可能量Abは温度TCが上昇するにつれて減少し、また高温吸蔵可能量は温度TCが上昇するにつれて上昇しある温度Taの時に最大となってその後は温度TCが上昇するにつれて減少する。

【0051】

また、温度TCが上昇するにつれて NO_x 吸蔵可能量Abに占める高温吸蔵可能量の割合が増大し、上記温度Ta以上では NO_x 吸蔵可能量Abと高温吸蔵可能量とがほぼ等しくなる。すなわち、低温側では主に低温吸蔵が行われ、温度TCが上昇し NO_x 吸蔵触媒11が活性化してくると高温吸蔵の割合が徐々に増えて高温側では主に高温吸蔵が行われるようになる。つまり、本発明の実施形態においては詳細には NO_x 吸蔵触媒11が活性化されている時にも低温吸蔵は行われている。したがって、例えば、 NO_x 吸蔵触媒11が活性化していない時には低温吸蔵を行う、または、 NO_x 吸蔵触媒11が活性化されている時には高温吸蔵を行うといった表現も、単に表現を簡明化することを意図したものであって NO_x 吸蔵触媒11が活性化されている時に低温吸蔵を行う場合を排除することを意図するものではない。

【0052】

さて、図4に示されるように、 NO_x 吸収剤47の NO_x 吸蔵可能量は温度TCが上昇するにつれて減少する。このような場合において、例えば、 NO_x 吸蔵触媒11が活性化していない時(すなわち昇温前)に低温吸蔵した二酸化窒素 NO_2 の量が、昇温後の温度における NO_x 吸蔵可能量よりも多い場合には、低温吸蔵されていた二酸化窒素 NO_2 の一部が吸蔵し切れずに放出されることとなる。上記の染み出し現象はこのようにして生ずるものと考えられる。

【0053】

以下では、上記のような染み出し現象の発生を抑制しつつ、上記 NO_x 吸蔵触媒11を用いて排気ガス中の NO_2 を浄化し、 NO_x の大気への放出を抑制する方法について説明する。

【0054】

図5は、図1に示した構成によって実施され得る方法の制御ルーチンを示すフローチャートである。本制御ルーチンは機関の通常運転時においてECU30により一定時間毎の割込みによって実施される。上述したように、図1に示されるような圧縮着火式内燃機関では、通常運転時において排気ガス空燃比はリーンであり、また、 NO_x 吸蔵触媒11は活性化されていない状態にあるので、 NO_x 吸蔵触媒11の NO_x 吸収剤47は排気ガス中に含まれる二酸化窒素 NO_2 を低温吸蔵する。

【0055】

図5に示した制御ルーチンがスタートすると、まずステップ101において、その時点での NO_2 吸蔵量Qaが推定される。この NO_2 吸蔵量Qaの推定は、例えば NO_x 吸蔵触媒11の種類と、前回の NO_x 放出・還元制御(後述)が終了してからの運転状態履歴とに基づいて行われる。この場合、例えば、運転状態を表す指標として機関回転数と燃料噴

射量とを用い、これらで表される各運転状態における NO_x 吸収剤47への NO_2 吸蔵速度(単位時間当たりの NO_2 吸蔵量)を予め実験等によって求めてマップにしておく。そして、このマップを用いて運転状態履歴に基づいて NO_2 吸蔵量 Q_a を求めるようにする。なお、 NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C の上記 NO_2 吸蔵速度に与える影響を考慮するようにすれば、より正確に NO_2 吸蔵量 Q_a を求めることができる。

【0056】

ステップ101で NO_2 吸蔵量 Q_a が推定されると、ステップ103に進む。ステップ103においては、 NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C が予め定められた温度 T_d である場合の NO_x 吸収剤47の NO_x 吸蔵可能量 Q_b が推定される。ここで温度 T_d は、後述する NO_x 放出・還元制御を行う温度として予め定められた温度であり、少なくとも NO_x 吸蔵触媒11の活性化が開始する温度(活性化温度)以上の温度である。上記温度 T_d として最も好ましいのは、 NO_x の放出・還元が最も活発に行われる温度である。

【0057】

上記 NO_x 吸蔵可能量 Q_b の推定は、例えば NO_x 吸蔵触媒11の種類と、上記温度 T_d とに基づいて行われる。すなわち、例えば、 NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C と NO_x 吸蔵可能量 Q_b との関係を予め実験等によって求めてマップにしておき、そのマップを用いて上記温度 T_d に対応する NO_x 吸蔵可能量 Q_b を求めるようにする。

【0058】

ステップ103において NO_x 吸蔵可能量 Q_b が推定されると、続くステップ105において、 NO_x 吸蔵可能量 Q_b に基づいて判定基準量 Q_x が算出される。この判定基準量 Q_x は、続くステップ107において用いられるもので、例えば $Q_x = Q_b - \alpha$ (但し、 $\alpha \geq 0$)の式によって求められる。ここで定数 α は上述の染み出し現象の発生を抑制するための余裕値であり、適宜設定され得る。

【0059】

ステップ105において判定基準量 Q_x が算出されると、続くステップ107において NO_2 吸蔵量 Q_a が判定基準量 Q_x 以上であるか否かが判定される。ここで NO_2 吸蔵量 Q_a が判定基準量 Q_x 未満であると判定された場合には本制御ルーチンは終了し、機関は通常運転を継続することとなる。一方、 NO_2 吸蔵量 Q_a が判定基準量 Q_x 以上であると判定された場合には、ステップ109に進み昇温制御が実施される。

【0060】

ステップ109で行われる昇温制御は、 NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C を上述した温度 T_d へと上昇させるための制御である。本実施形態において、この昇温制御は以下で説明するように燃料噴射パターンを制御することによって行われる。すなわち、図6は図1に示した内燃機関で実施し得る燃料噴射パターンのうちの四つの例について示した概略図であるが、通常時には主燃料 q_m は図6において(I)で示されるように圧縮上死点付近で噴射される。これに対し、ステップ109において昇温制御が開始されると、例えば図6の(II)に示されるような燃料噴射パターンとされる。つまり、主燃料 q_m の噴射時期が圧縮上死点以後まで遅角せしめられる。このように主燃料 q_m の噴射時期を圧縮上死点以後まで遅角させると後燃え期間が長くなり、斯くして排気ガス温が上昇する。排気ガス温が高くなるとそれに伴って NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C が上昇する。

【0061】

また、 NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C を上昇させるために図6の(III)に示されるように主燃料 q_m に加え、吸気上死点付近において補助燃料 q_v を噴射することもできる。このように補助燃料 q_v を追加的に噴射すると補助燃料 q_v 分だけ燃焼せしめられる燃料が増えるために排気ガス温が上昇し、斯くして NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C が上昇する。

【0062】

一方、このように吸気上死点付近において補助燃料 q_v を噴射すると圧縮行程中に圧縮熱によってこの補助燃料 q_v からアルデヒド、ケトン、パーオキサイド、一酸化炭素等の中間生成物が生成され、これら中間生成物によって主燃料 q_m の反応が加速される。した

がってこの場合には図4の(III)に示されるように主燃料 q_m の噴射時期を大巾に遅らせても失火を生ずることなく良好な燃焼が得られる。すなわち、このように主燃料 q_m の噴射時期を大巾に遅らせることができるので排気ガス温はかなり高くなり、斯くして NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C をすみやかに上昇させることができる。

【0063】

また、 NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C を上昇させるために図6の(IV)に示されるように主燃料 q_m に加え、膨張行程中または排気行程中に補助燃料 q_p を噴射することもできる。すなわち、この場合、大部分の補助燃料 q_p は燃焼することなく未燃HCの形で排気通路内に排出される。この未燃HCは NO_x 吸蔵触媒11上において過剰酸素により酸化され、この時発生する酸化反応熱によって NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C が上昇せしめられる。

【0064】

なお、本発明の実施形態において上述のような昇温制御における燃料噴射パターンの制御は、排気ガスの空燃比をリーンの状態に保つようにして行われる。これは昇温過程において排気ガスの空燃比がリッチ或いは理論空燃比になると低温吸蔵した NO_2 が放出されてしまう恐れがあるためである。昇温過程では、 NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C が十分に上昇していないために低温吸蔵した NO_2 が放出された場合に還元浄化することができない。

【0065】

上述したように、昇温制御によって NO_x 吸蔵触媒11が昇温されて活性化されると、 NO_x 吸蔵触媒11が昇温される前、すなわち活性化していない時に NO_x 吸収剤47に低温吸蔵された二酸化窒素 NO_2 は、最終的に硝酸イオン NO_3^- の形で NO_x 吸収剤47内に高温吸蔵されることとなる。

【0066】

本実施形態においては、上述のステップ107での判定があるために、この昇温制御が実施される際に NO_x 吸収剤47に低温吸蔵されている NO_2 の量(Q_a)は、 NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C が上記温度 T_d に昇温されて活性化された時に NO_x 吸収剤47に吸蔵可能な NO_x の量(Q_b)以下とされている。そのため、本実施形態によれば、 NO_x 吸蔵触媒11が活性化していない状態において NO_x 吸収剤47に低温吸蔵された NO_2 の放出を抑制しつつ NO_x 吸蔵触媒11を昇温し活性化させることができる。つまり、上述の染み出し現象の発生を抑制することができる。なお、理論的には、上記のようにすれば NO_x 吸蔵触媒11を昇温し活性化させる際に低温吸蔵していた NO_2 が放出されるのを防げることになるが、実際には NO_2 が NO_x として放出されるのを完全に防ぐのは困難である。したがって実際にはステップ107での判定を設けることにより、 NO_2 が NO_x として放出される時の放出量または単位時間当たりの放出量が予め定められる所定量以上にならないようにされる。

【0067】

ステップ109において上記昇温制御が開始されると、ステップ111に進んで NO_x 吸蔵触媒11の昇温が完了したか否かが判定される。すなわち、例えば NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C が上記温度 T_d 以上になった場合に昇温が完了したと判定される。本実施形態においてこの判定には温度センサ20の検出温度が用いられる。ステップ111において NO_x 吸蔵触媒11の昇温が完了していないと判定された場合にはステップ109に戻って昇温制御が継続される。一方、 NO_x 吸蔵触媒11の昇温が完了したと判定された場合にはステップ113に進んで昇温制御が終了され、ステップ115に進む。

【0068】

ステップ115においては、 NO_x 吸収剤47から NO_x を放出させ、それを還元するための NO_x 放出・還元制御が実施される。すなわち、 NO_x 吸蔵触媒11が活性化されている状態を維持しつつ、つまり NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C を上記温度 T_d 以上に維持しつつ、 NO_x 吸蔵触媒11に流入する排気ガスの空燃比を小さくし、且つ還元剤の存在する状態にする。より具体的には、本実施形態においては燃焼室2内における空燃比を

リッチ或いは理論空燃比にすることによって、または還元剤供給弁 13 から還元剤を供給することによって NO_x 吸蔵触媒 11 の温度 T_C を上記温度 T_d 以上に維持しつつ断続的または連続的に排気ガスの空燃比をリッチ或いは理論空燃比にする。このようにすることによって NO_x 吸収剤 47 から NO_x が放出され、放出された NO_x が排気ガス中に存在する還元剤（未燃 HC 、 CO 等）によって還元されて浄化される。

【0069】

ステップ 115 において上述のような NO_x 放出・還元制御が開始されると、ステップ 117 に進み NO_x 吸収剤 47 からの NO_x 放出が完了したか否かが判定される。この判定は、例えば、上記 NO_x 吸蔵触媒 11 の温度 T_C が上記温度 T_d である場合の NO_x 吸収剤 47 からの NO_x 放出速度（単位時間当たりの NO_x 放出量）を予め実験等によって求めておき、その値と上記 NO_x 放出・還元制御の継続時間とから推定される今回の NO_x 放出・還元制御における放出 NO_x 量が、ステップ 101 で推定した NO_2 吸蔵量よりも多くなったか否かを判定することによって行う。すなわち、上記の推定放出 NO_x 量がステップ 101 で推定した NO_2 吸蔵量よりも多くなったと判定された時に NO_x 放出が完了したと判定するようにする。

【0070】

ステップ 117 において、 NO_x 吸収剤 47 からの NO_x 放出がまだ完了していないと判定された場合にはステップ 115 に戻って NO_x 放出・還元制御が継続される。一方、 NO_x 吸収剤 47 からの NO_x 放出が完了したと判定された場合にはステップ 119 に進んで NO_x 放出・還元制御が終了されて本制御ルーチンが終了する。

【0071】

上述したようにこの方法では、推定した NO_2 吸蔵量 Q_a が、 NO_x 吸蔵触媒 11 の温度 T_C が上記温度 T_d である時における NO_x 吸収剤 47 の NO_x 吸蔵可能量 Q_b に基づいて同 NO_x 吸蔵可能量 Q_b 以下に設定された判定基準量 Q_x 以上になった時に昇温制御が開始される。そのため、 NO_x 吸蔵触媒 11 の温度 T_C が上記温度 T_d に昇温されて活性化された時に低温吸蔵されていた NO_2 が吸蔵し切れなくなって生じる NO_x の放出を抑制することができる。すなわち、この方法によれば、 NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化していない状態において NO_x 吸収剤 47 に低温吸蔵された NO_2 の放出を抑制しつつ NO_x 吸蔵触媒 11 を昇温し活性化させることができる。つまり、上述の染み出し現象の発生を抑制することができる。そして更にこの方法では、 NO_x 放出・還元制御が実施されるので、 NO_x 吸収剤 47 から NO_x を放出させ、それを還元して浄化することができる。

【0072】

以上のように、この方法によれば上述したような染み出し現象の発生を抑制しつつ、上記 NO_x 吸蔵触媒 11 を用いて排気ガス中の NO_2 を浄化し NO_x の大気への放出を抑制することができる。

【0073】

次に、図 7 を参照して図 1 に示した構成によって実施され得る別の方法、すなわち上述したような染み出し現象の発生を抑制しつつ、上記 NO_x 吸蔵触媒 11 を用いて排気ガス中の NO_2 を浄化し、 NO_x の大気への放出を抑制する別の方法について説明する。なお、この方法には図 5 を参照して説明した方法と共通する部分が含まれており、これらの部分については原則として説明を省略する。

【0074】

NO_x 吸蔵触媒 11 の温度 T_C を NO_x 放出・還元制御を行う温度 T_d とした場合に低温吸蔵していた NO_2 が NO_x 吸収剤 47 から放出される時の NO_x 放出速度（単位時間当たりの NO_x 放出量）が、上記 NO_x 吸蔵触媒 11 の温度 T_C を上記温度 T_d とした場合の上記 NO_x 吸収剤 47 への NO_x の吸蔵速度（単位時間当たりの NO_x 吸蔵量）以下であれば、上記 NO_x 吸蔵触媒 11 の温度 T_C を上記温度 T_d に昇温して活性化させる際に、低温吸蔵されていた NO_2 の放出は実質的には生じないと考えられる。以下で説明する方法はこのような考えに基づいたものである。

【0075】

なお、 NO_x 吸蔵触媒 11 の温度 T_C が上記温度 T_d となり NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化されている状態では排気ガス中の NO_x は NO_x 吸収剤 47 に主に高温吸蔵されることになるが、この場合にも低温吸蔵が全く無いとは言えない。つまり、上記 NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化されている状態では排気ガス中の NO_x は NO_x 吸収剤 47 に吸蔵（低温吸蔵と高温吸蔵の両方の意味を含む）される。

【0076】

図 7 はこの方法の制御ルーチンを示すフローチャートである。本制御ルーチンは機関の通常運転時において ECU 30 により一定時間毎の割込みによって実施される。この制御ルーチンがスタートすると、まずステップ 201 において、その時点での NO_2 吸蔵量 Q_a が推定される。このステップ 201 における制御は図 5 のステップ 101 における制御と同様である。

【0077】

ステップ 201 で NO_2 吸蔵量 Q_a が推定されると、ステップ 203 に進む。ステップ 203 においては、 NO_x 吸蔵触媒 11 の温度 T_C が予め定められた温度 T_d である場合の NO_x 吸収剤 47 からの NO_x の放出速度 V_a が推定される。ここで温度 T_d は、図 5 を参照して説明した場合と同様、後に行われる NO_x 放出・還元制御を行う温度として予め定められた温度であり、少なくとも NO_x 吸蔵触媒 11 の活性化が開始する温度（活性化温度）以上の温度である。

【0078】

上記 NO_x 放出速度 V_a の推定は、例えば上記温度 T_d と、上記 NO_2 吸蔵量 Q_a とに基づいて行われる。すなわち、 NO_x 吸収剤 47 に低温吸蔵されている NO_2 を含めた NO_x の量（ NO_x 吸蔵量）と、 NO_x 吸収剤 47 から単位時間当たりに放出される NO_x の量（ NO_x 放出速度）との関係は、 NO_x 吸蔵触媒 11 の温度が一定の場合、図 8（a）で示されるように、 NO_x 吸蔵量が多くなるほど NO_x 放出速度が大きくなるような関係になっている。したがって、 NO_x 吸蔵触媒 11 の温度 T_C が上記温度 T_d である場合について、図 8（a）で示されるような関係を事前に求めておけば、ステップ 201 で推定した NO_2 吸蔵量 Q_a を NO_x 吸蔵量として用いることで対応する NO_x 放出速度、すなわち求めるべき NO_x 放出速度 V_a を求めることができる。

【0079】

ステップ 203 において上記 NO_x 放出速度 V_a が推定されると、ステップ 205 に進む。ステップ 205 においては、 NO_x 吸蔵触媒 11 の温度 T_C が上記温度 T_d である場合の NO_x 吸収剤 47 への NO_x 吸蔵速度 V_b が推定される。この NO_x 吸蔵速度 V_b の推定は例えば、上記 NO_x 放出速度 V_a の推定の場合と同様に、上記温度 T_d と、上記 NO_2 吸蔵量 Q_a とに基づいて行われる。すなわち、 NO_x 吸収剤 47 に低温吸蔵されている NO_2 を含めた NO_x の量（ NO_x 吸蔵量）と、 NO_x 吸収剤 47 へ単位時間当たりに低温吸蔵される NO_2 を含めた NO_x の量（ NO_x 吸蔵速度）との関係は、 NO_x 吸蔵触媒 11 の温度が一定の場合、図 8（b）で示されるように、 NO_x 吸蔵量が多くなるほど NO_x 吸蔵速度が小さくなるような関係になっている。したがって、 NO_x 吸蔵触媒 11 の温度 T_C が上記温度 T_d である場合について、図 8（b）で示されるような関係を事前に求めておけば、ステップ 201 で推定した NO_2 吸蔵量 Q_a を NO_x 吸蔵量として用いることで対応する NO_x 吸蔵速度、すなわち求めるべき NO_x 吸蔵速度 V_b を求めることができる。

【0080】

ステップ 205 において NO_x 吸蔵速度 V_b が推定されると、続くステップ 207 において、 NO_x 吸蔵速度 V_b に基づいて判定基準速度 V_x が算出される。この判定基準速度 V_x は、続くステップ 209 において用いられるもので、例えば $V_x = V_b - \beta$ （但し、 $\beta \geq 0$ ）の式によって求められる。ここで定数 β は上述の染み出し現象の発生を抑制するための余裕値であり、適宜設定され得る。

【0081】

ステップ 207 において判定基準速度 V_x が算出されるとステップ 209 に進む。ステ

ップ209においては NO_x 放出速度 V_a が判定基準速度 V_x 以上であるか否かが判定される。ここで NO_x 放出速度 V_a が判定基準速度 V_x 未満であると判定された場合には本制御ルーチンは終了し、機関は通常運転を継続することとなる。一方、 NO_x 放出速度 V_a が判定基準速度 V_x 以上であると判定された場合には、ステップ211に進み昇温制御及び NO_x 放出・還元制御が実施されることになる。なお、このステップ211における制御は図5のステップ109からステップ119までの制御と同様のものであるので説明を省略する。

【0082】

以上のようにこの方法では、 NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C が上記温度 T_d である時における NO_x 放出速度 V_a が、 NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C が上記温度 T_d である時における NO_x 吸蔵速度 V_b に基づいて同 NO_x 吸蔵速度 V_b 以下に設定された判定基準速度 V_x 以上になった時に昇温制御（及びそれに続く NO_x 放出・還元制御）が実施される。そのため、 NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C が上記温度 T_d に昇温されて活性化された時に NO_x の放出速度が NO_x の吸蔵速度よりも大きくなって結果的に生じると考えられる NO_x の大気への放出を抑制することができる。すなわち、この方法によれば、 NO_x 吸蔵触媒11が活性化していない状態において NO_x 吸収剤47に低温吸蔵された NO_2 の NO_x 吸収剤47からの放出を実質的に抑制しつつ NO_x 吸蔵触媒11を昇温し活性化させることができる。つまり、上述の染み出し現象の発生を抑制することができる。そして更にこの方法においても、 NO_x 放出・還元制御が実施されるので、 NO_x 吸収剤47から NO_x を放出させ、それを還元して浄化することができる。

【0083】

以上、説明したように、この方法によっても図5を参照して説明した方法と同様に、上述したような染み出し現象の発生を抑制しつつ上記 NO_x 吸蔵触媒11を用いて排気ガス中の NO_2 を浄化し、 NO_x の大気への放出を抑制することができる。

【0084】

次に、図9を参照して図1に示した構成によって実施され得る更に別の方法、すなわち上述したような染み出し現象の発生を抑制しつつ上記 NO_x 吸蔵触媒11を用いて排気ガス中の NO_2 を浄化し、 NO_x の大気への放出を抑制する更に別の方法について説明する。なお、この方法には図5及び図7を参照して先に説明した各方法と共通する部分が含まれており、これらの部分については原則として説明を省略する。

【0085】

上述したように、 NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C を NO_x 放出・還元制御を行う温度 T_d とした場合に低温吸蔵していた NO_2 が NO_x 吸収剤47から放出される時の NO_x 放出速度（単位時間当たりの NO_x 放出量）が、上記 NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C を上記温度 T_d とした場合の上記 NO_x 吸収剤47への NO_x 吸蔵速度（単位時間当たりの NO_x 吸蔵量）以下であれば、上記 NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C を上記温度 T_d に昇温して活性化させる際に、低温吸蔵されていた NO_2 の放出は実質的には生じないと考えられる。しかしながら、このような場合においても、その時に内燃機関から排出される NO_x は大気へ放出されてしまう可能性がある。以下で説明する方法はこのような昇温制御等の間に内燃機関から排出される NO_x も考慮し、 NO_x の大気への放出を更に抑制しようとするものである。

【0086】

図9はこの方法の制御ルーチンを示すフローチャートである。本制御ルーチンは機関の通常運転時においてECU30により一定時間毎の割込みによって実施される。この制御ルーチンがスタートすると、まずステップ301において、その時点での NO_2 吸蔵量 Q_a が推定される。このステップ301における制御は図5のステップ101及び図7のステップ201における制御と同様である。

【0087】

ステップ301で NO_2 吸蔵量 Q_a が推定されると、ステップ303に進む。ステップ303においては、 NO_x 吸蔵触媒11の温度 T_C が予め定められた温度 T_d である場合

の NO_x 吸収剤 47 からの NO_x の放出速度 V_a が推定される。このステップ 303 における制御は図 7 のステップ 203 における制御と同様である。

【0088】

続くステップ 305 においては、内燃機関での燃焼による NO_x の生成速度、すなわち内燃機関からの NO_x 排出速度（単位時間当たりの NO_x 排出量） V_e が推定される。この内燃機関からの NO_x 排出速度 V_e の推定は、例えば内燃機関の運転状態に基づいて行われる。この場合、例えば、運転状態を表す指標として機関回転数と燃料噴射量とを用い、これらで表される各運転状態における NO_x 排出速度 V_e を予め実験等によって求めてマップにしておく。そして、このマップを用いてその時の運転状態に基づいて NO_x 排出速度 V_e を求めるようにする。

【0089】

ステップ 305 において上記 NO_x 排出速度 V_e が推定されると、ステップ 307 に進む。ステップ 307 においては、 NO_x 吸蔵触媒 11 の温度 T_C が上記温度 T_d である場合の NO_x 吸収剤 47 への NO_x 吸蔵速度 V_b が推定される。そして、ステップ 307 において NO_x 吸蔵速度 V_b が推定されると、続くステップ 309 において、 NO_x 吸蔵速度 V_b に基づいてステップ 311 で用いられる判定基準速度 V_x が算出される（例えば、 $V_x = V_b - \beta$ （但し、 $\beta \geq 0$ ））。これらステップ 307 及び 309 における制御は図 7 のステップ 205 及び 207 における制御と同様である。

【0090】

ステップ 309 において判定基準速度 V_x が算出されるとステップ 311 に進む。ステップ 311 においては NO_x 放出速度 V_a と NO_x 排出速度 V_e との和（ $V_a + V_e$ ）が判定基準速度 V_x 以上であるか否かが判定される。ここで NO_x 放出速度 V_a と NO_x 排出速度 V_e との和が判定基準速度 V_x 未満であると判定された場合には本制御ルーチンは終了し、機関は通常運転を継続することとなる。一方、 NO_x 放出速度 V_a と NO_x 排出速度 V_e との和が判定基準速度 V_x 以上であると判定された場合には、ステップ 313 に進み昇温制御及び NO_x 放出・還元制御が実施されることになる。なお、このステップ 313 における制御は図 7 のステップ 211 の制御と同様のものであり、すなわち図 5 のステップ 109 からステップ 119 までの制御と同様のものであるので説明を省略する。

【0091】

以上のようにこの方法では、 NO_x 吸蔵触媒 11 の温度 T_C が上記温度 T_d である時における NO_x 放出速度 V_a と内燃機関からの NO_x 排出速度 V_e との和が、 NO_x 吸蔵触媒 11 の温度 T_C が上記温度 T_d である時における NO_x 吸蔵速度 V_b に基づいて同 NO_x 吸蔵速度 V_b 以下に設定された判定基準速度 V_x 以上になった時に昇温制御（及びそれに続く NO_x 放出・還元制御）が実施される。そのため、 NO_x 吸蔵触媒 11 の温度 T_C が上記温度 T_d に昇温されて活性化された時に NO_x の放出速度が NO_x の吸蔵速度よりも大きくなって結果的に生じると考えられる NO_x の大気への放出を抑制することができると共に、内燃機関から排出される NO_x についてもその大気への放出が抑制される。すなわち、この方法によれば、 NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化していない状態において NO_x 吸収剤 47 に低温吸蔵された NO_2 の NO_x 吸収剤 47 からの放出を実質的に抑制しつつ、また、その時に内燃機関から排出される NO_x の大気への放出を抑制しつつ NO_x 吸蔵触媒 11 を昇温し活性化させることができる。つまり、上述の染み出し現象の発生を抑制すると共に、昇温制御等の間に内燃機関から排出される NO_x の大気への放出も抑制することができる。そして更にこの方法においても、 NO_x 放出・還元制御が実施されるので、 NO_x 吸収剤 47 から NO_x を放出させ、それを還元して浄化することができる。

【0092】

以上、説明したように、この方法によっても図 5 及び図 9 を参照して説明した方法と同様に、上述したような染み出し現象の発生を抑制しつつ上記 NO_x 吸蔵触媒 11 を用いて排気ガス中の NO_2 を浄化し、 NO_x の大気への放出を抑制することができる。

【0093】

図 10 は、横軸を NO_2 吸蔵量 Q_a として、上述した NO_x 放出速度 V_a 、 NO_x 排出

速度 V_e 、 NO_x 吸蔵速度 V_b 、判定基準速度 V_x 等の関係を図示した説明図である。図 10 に基づいた場合、図 7 を参照して説明した方法においては NO_2 吸蔵量 Q_a が Q_{a1} 以上になった時に昇温制御（及びそれに続く NO_x 放出・還元制御）が実施され、図 9 を参照して説明した方法においては NO_2 吸蔵量 Q_a が Q_{a2} 以上になった時に昇温制御（及びそれに続く NO_x 放出・還元制御）が実施されることになる。

【0094】

ところで、上述したように排気ガス中に含まれる二酸化窒素 NO_2 は NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化しなくても NO_x 吸収剤 47 に低温吸蔵されるが、排気ガス中に含まれる一酸化窒素 NO は NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化して二酸化窒素 NO_2 に酸化されないと NO_x 吸収剤 47 に高温吸蔵されない。このため、 NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化していない時には、排気ガス中の一酸化窒素 NO の量を減らし、排気ガス中の二酸化窒素 NO_2 の量を増大することが好ましい。そこで本発明による実施形態では、 NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化していない時にはリーン空燃比のもとで燃焼を行った時に発生する一酸化窒素 NO に対する二酸化窒素 NO_2 の割合を同一の機関運転状態、すなわち同一回転数、同一トルクにおける NO_x 吸蔵触媒活性時に比べて増大させるようにしてもよい。

【0095】

この NO_2 の割合（＝ NO_2 の量／ NO の量）は、緩慢な燃焼を行わせると増大することが判明しており、例えば燃料噴射時期を遅角するか、EGR ガス量を増大するか、パイロット噴射を行うか、または予混合気燃焼を行うかの少なくとも何れか一つを行うと燃焼が緩慢となる。そこで本発明による実施形態のうち上記のような排気ガス中の二酸化窒素 NO_2 量の増大を図るものでは、 NO_x 吸蔵触媒 11 が活性化していない時には上記の燃焼を緩慢にする方法の少なくとも何れか一つを実施して同一の機関運転状態における NO_x 吸蔵触媒活性時に比べて緩慢な燃焼を行わせるようにしている。

【0096】

なお、以上の説明では、昇温制御は燃料噴射パターンを制御することによって行われたが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば電気ヒータを用いる等、他の手段によって NO_x 吸蔵触媒 11 を昇温するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0097】

【図 1】 図 1 は、本発明を圧縮着火式内燃機関に適用した場合を示している。

【図 2】 図 2 は、 NO_x 吸蔵触媒の担体表面部分の断面を図解的に示す図である。

【図 3】 図 3 は、染み出し現象について説明するための図である。

【図 4】 図 4 は、 NO_x 吸蔵可能量 A_b と NO_x 吸蔵触媒の温度 T_C との関係を示す図である。

【図 5】 図 5 は、図 1 に示した構成によって実施され得る方法の制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 6】 図 6 は、種々の燃料噴射パターンを示す図である。

【図 7】 図 7 は、図 1 に示した構成によって実施され得る別の方法の制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 8】 図 8 は、 NO_x 吸収剤における NO_x 放出速度及び NO_x 吸蔵速度と NO_x 吸蔵量との関係を示す図である。

【図 9】 図 9 は、図 1 に示した構成によって実施され得る更に別の方法の制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 10】 図 10 は、横軸を NO_x 吸収剤の NO_2 吸蔵量 Q_a として、 NO_x 吸収剤からの NO_x 放出速度 V_a 、機関からの NO_x 排出速度 V_e 、 NO_x 吸収剤への NO_x 吸蔵速度 V_b 、判定基準速度 V_x 等の関係を図示した説明図である。

【符号の説明】

【0098】

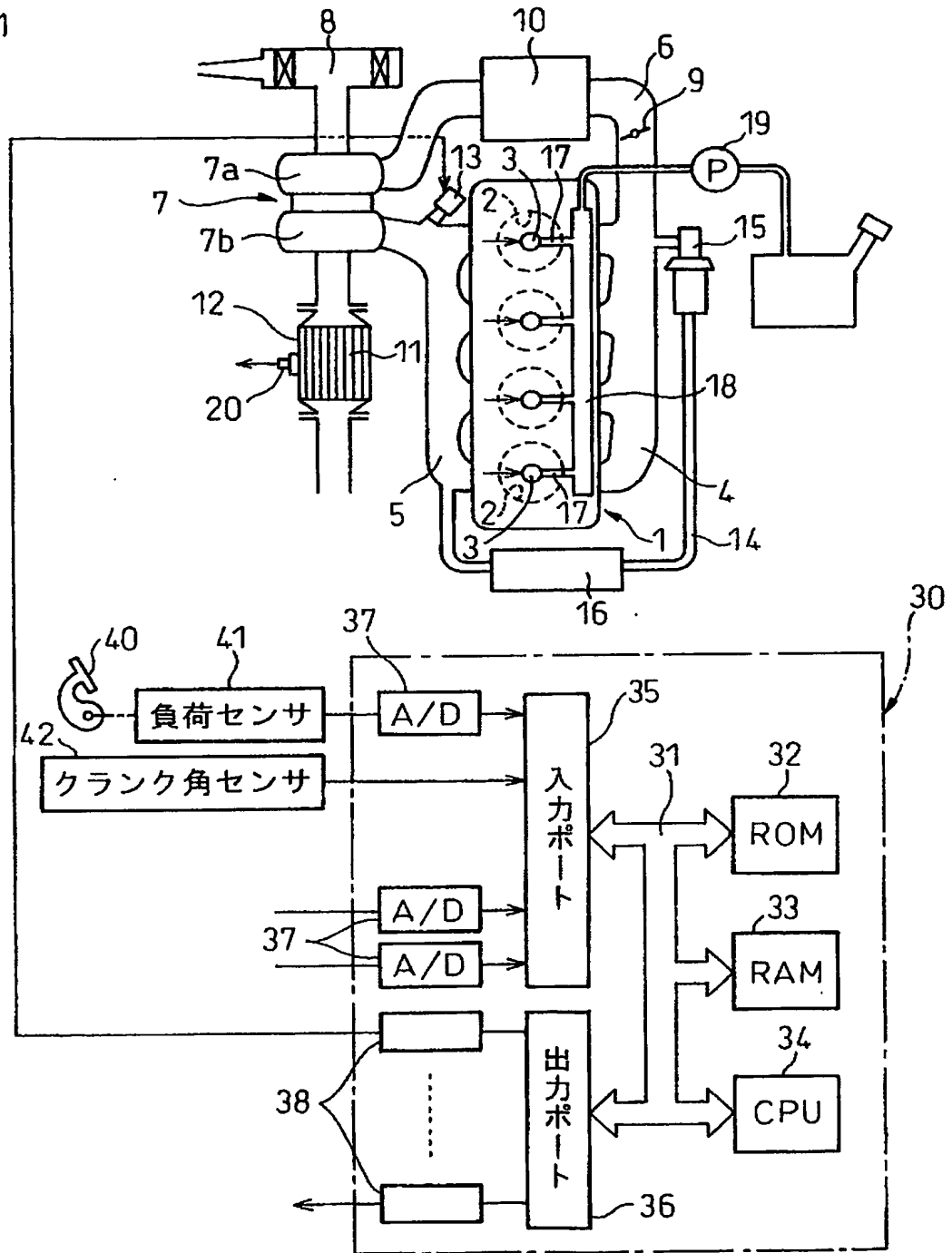
3…燃料噴射弁

4…吸気マニホールド

- 5 …排気マニホールド
- 7 …排気ターボチャージャ
- 1 1 …NO_x吸蔵触媒
- 1 3 …還元剤供給弁

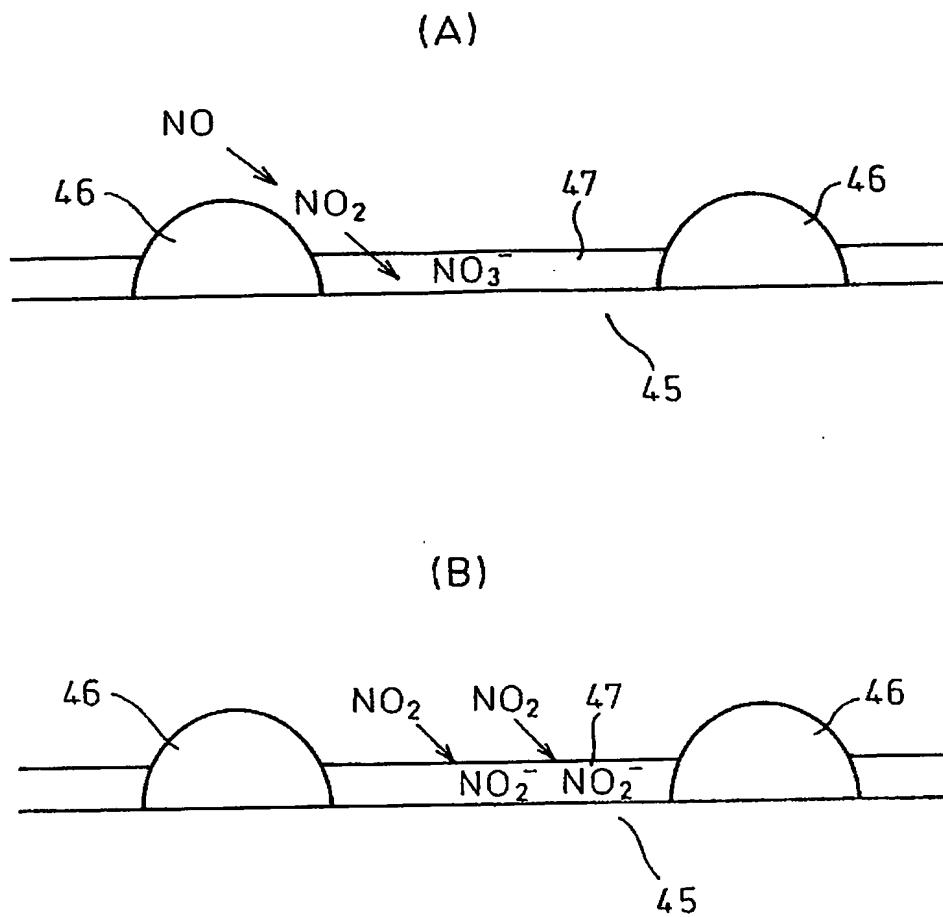
【書類名】 図面
【図 1】

図 1



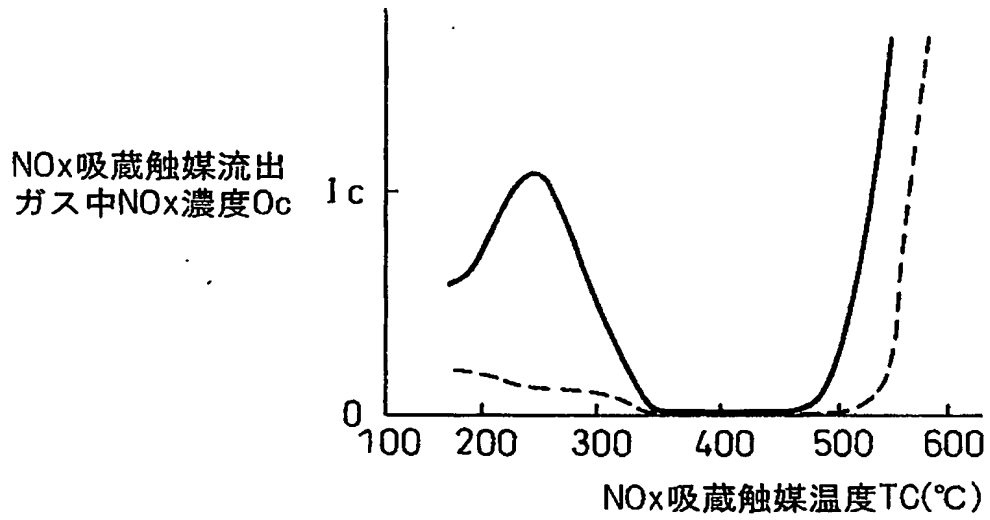
【図 2】

図 2



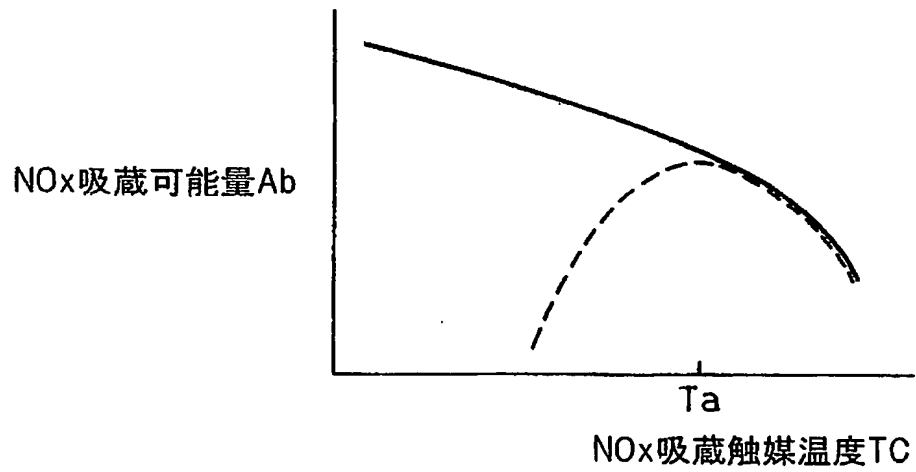
【図 3】

図 3



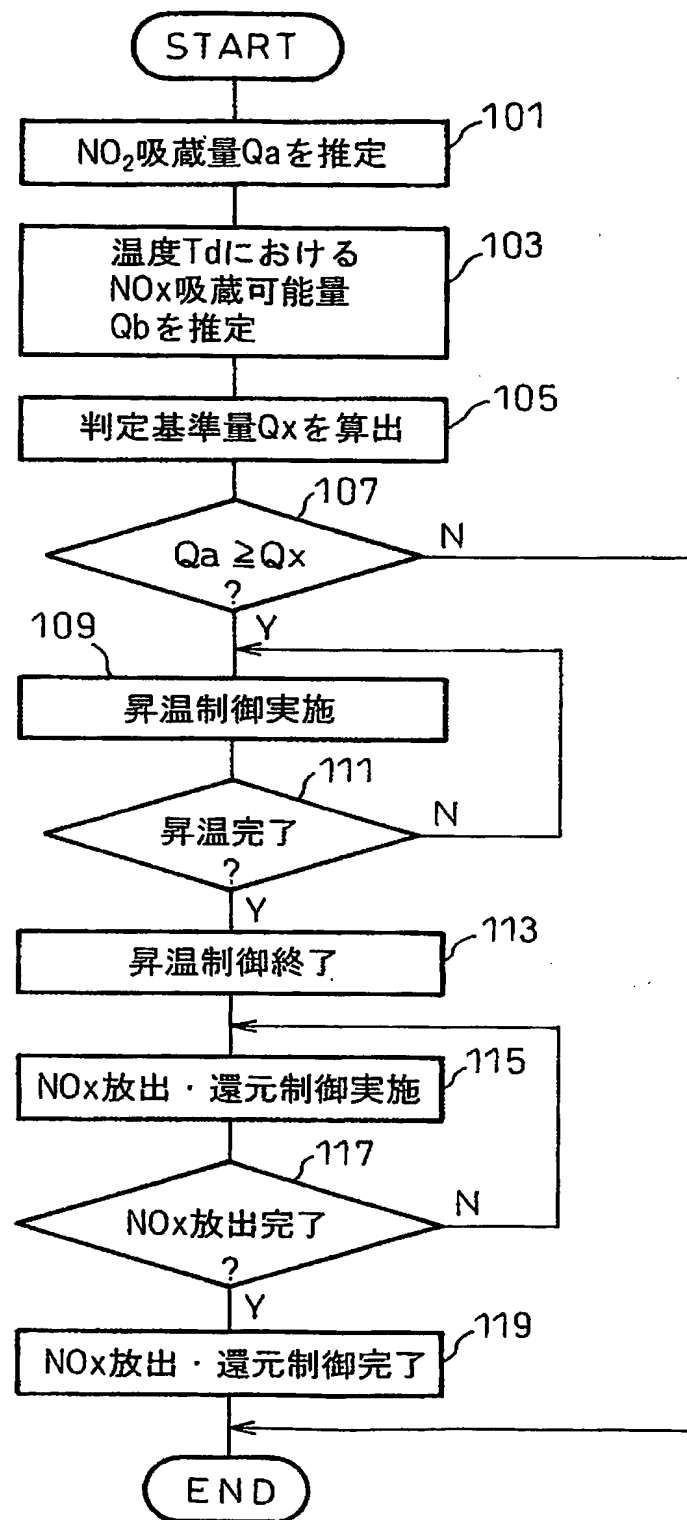
【図 4】

図 4



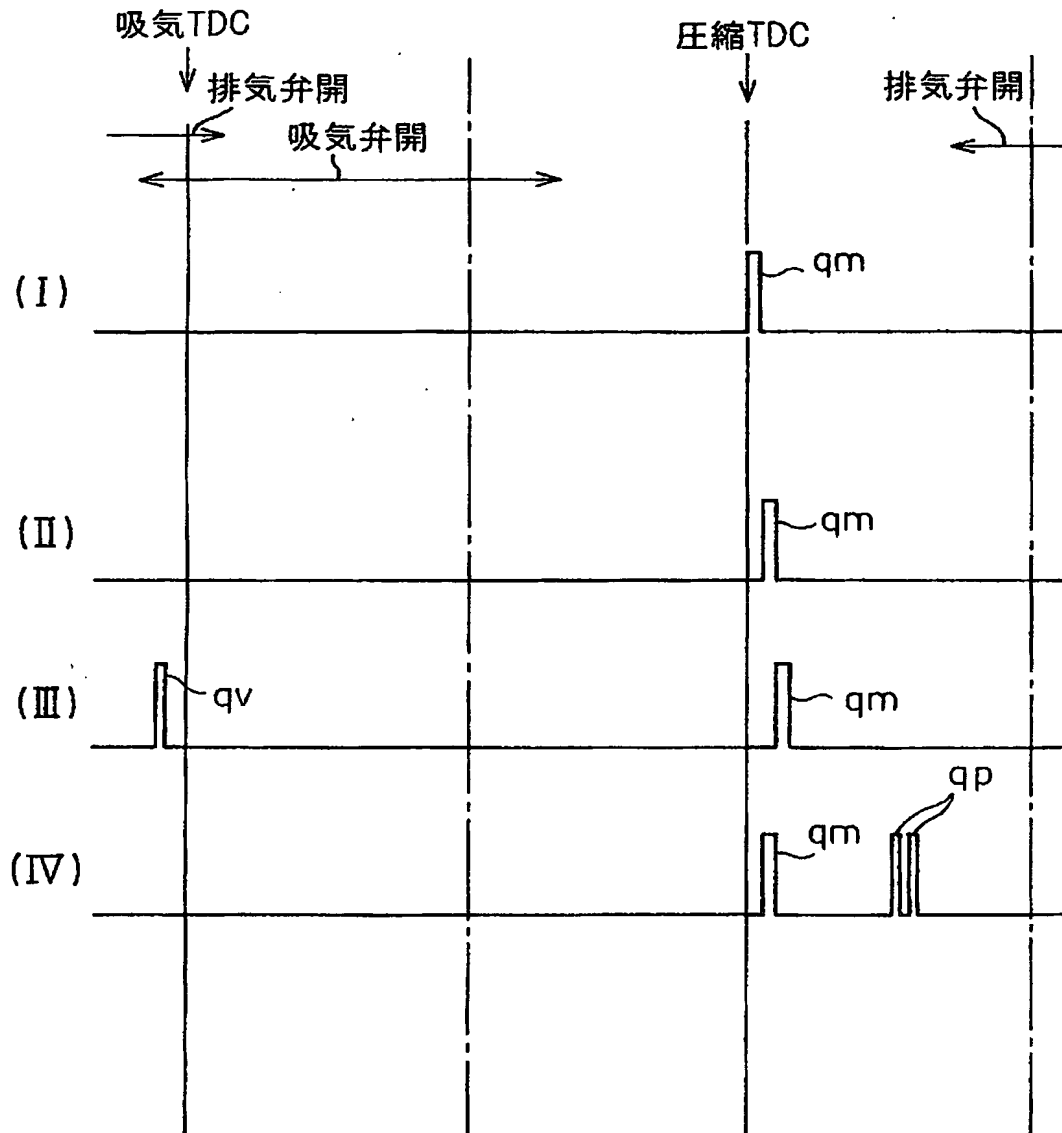
【図 5】

図 5



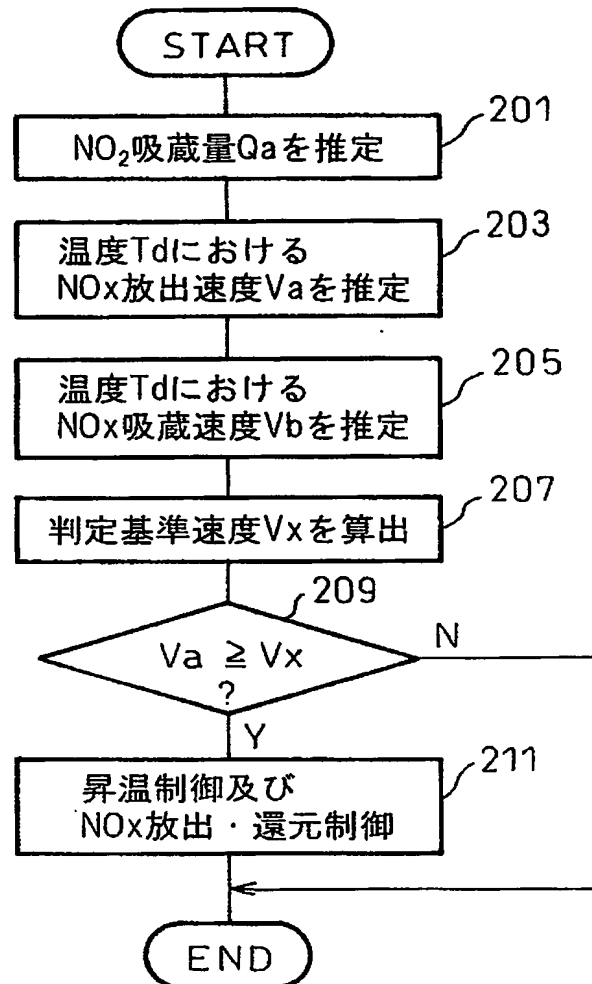
【図 6】

図 6



【図 7】

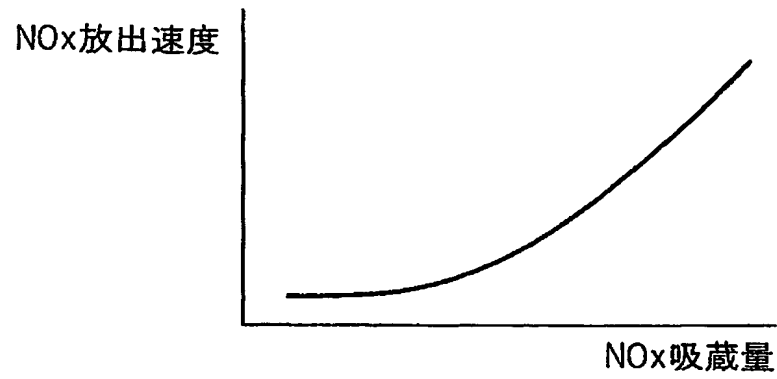
図 7



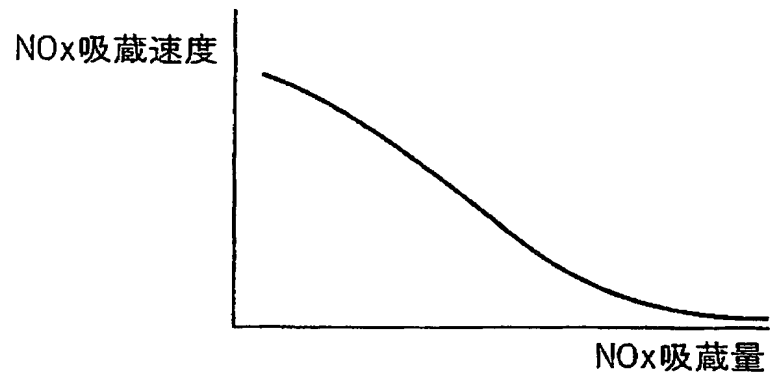
【図 8】

図 8

(a)

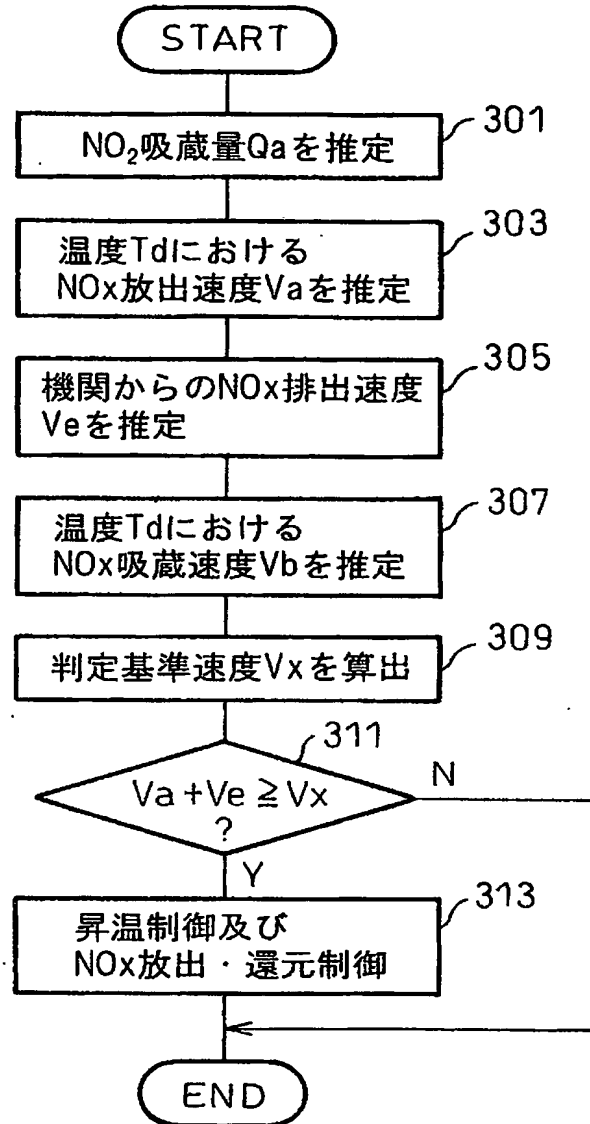


(b)



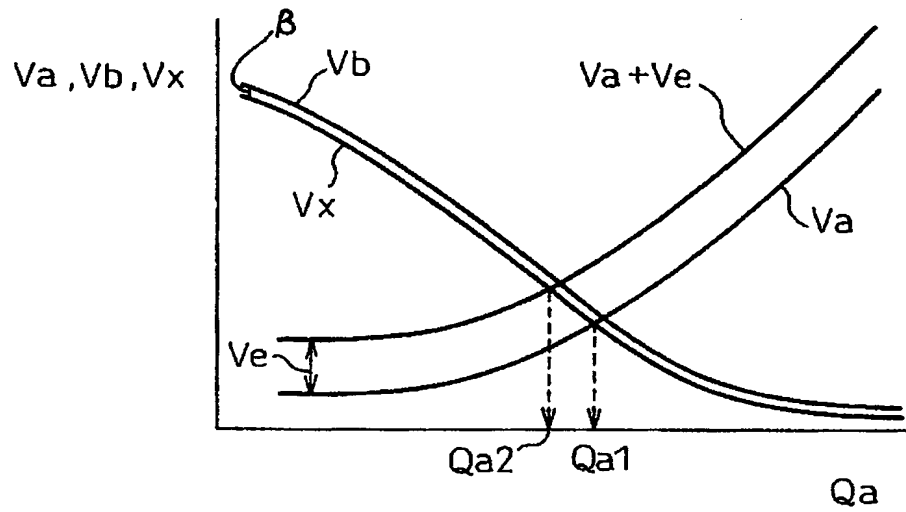
【図 9】

図 9



【図 10】

図 10



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 NO_x 吸蔵触媒の不活性時における低温吸蔵能力の維持を図るようにした排気浄化装置及び排気浄化方法を提供する。

【解決手段】 貴金属触媒と NO_x 吸収剤とからなり、排気ガスの空燃比がリーンである場合において、不活性時には排気中に含まれる NO_2 を NO_x 吸収剤に低温吸蔵し、活性化されると低温吸蔵した NO_2 を NO_x 吸収剤に高温吸蔵する NO_x 吸蔵触媒を排気通路内に配置し、上記触媒の不活性時に排気中に含まれる NO_2 を NO_x 吸収剤に低温吸蔵させ、予め定めた NO_x 吸蔵触媒再生条件（107）が成立した時に、少なくとも上記 NO_x 吸蔵触媒を予め定めた温度に昇温して活性化させること（109）を含む NO_x 吸蔵触媒再生制御（109、115）を実施して上記 NO_x 吸蔵触媒の不活性時における上記 NO_x 吸収剤の低温吸蔵能力を再生するようにした排気浄化装置及び方法を提供する。

【選択図】 図5

特願 2003-352619

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003207]

1. 変更年月日

1990年 8月27日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社